

10-11-01
#2/Bade
Patent
Attorney's Docket No. 027260-473
J1033 U.S. PTO
09/884933
06/21/01

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of)
Haruki KOYANAGI) Group Art Unit: Unassigned
Application No.: Unassigned) Examiner: Unassigned
Filed: June 21, 2001)
For: LASER DIODE MODULE WITH...)
)
)
)
)
)

CLAIM FOR CONVENTION PRIORITY

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed:

Japanese Patent Application No. 2000-324033

Filed: October 24, 2000

In support of this claim, enclosed is a certified copy of said prior foreign application. Said prior foreign application was referred to in the oath or declaration. Acknowledgment of receipt of the certified copy is requested.

Respectfully submitted,

BURNS, DOANE, SWECKER & MATHIS, L.L.P.

Date: June 21, 2001

By: William Chouzenen 30888, for
Platon N. Mandros
Registration No. 22,124

P.O. Box 1404
Alexandria, Virginia 22313-1404
(703) 836-6620

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

J1033 U.S. PRO
09/884933
06/21/01

This is to certify that the annexed is a true copy of
the following application as filed with this Office.

Date of Application : October 24, 2000

Application Number : Japanese Patent Application No. 2000-324033

Applicant(s) : MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA

This 19th day of January, 2001

Commissioner,
Patent Office Kozo OIKAWA

Certificate No. 2000-3114476

日本国特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

J1033 U.S.P.T.O.
09/094933
06/21/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application:

2000年10月24日

出願番号
Application Number:

特願2000-324033

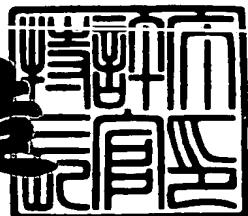
出願人
Applicant(s):

三菱電機株式会社

2001年 1月19日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3114476

【書類名】 特許願
【整理番号】 528601JP01
【提出日】 平成12年10月24日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G02B 6/42
【発明者】
【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内
【氏名】 小柳 晴揮
【特許出願人】
【識別番号】 000006013
【氏名又は名称】 三菱電機株式会社
【代理人】
【識別番号】 100102439
【弁理士】
【氏名又は名称】 宮田 金雄
【選任した代理人】
【識別番号】 100092462
【弁理士】
【氏名又は名称】 高瀬 彌平
【手数料の表示】
【予納台帳番号】 011394
【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 レーザダイオードモジュール

【特許請求の範囲】

【請求項1】 レーザダイオードと、上記レーザダイオードから出射するレーザ光の光路上に載置したレンズと、上記レンズを透過したレーザ光の光路上に載置される偏光子と、上記偏光子を透過したレーザ光が最適に結合する位置に載置される光ファイバとを備え、上記偏光子は、その透過偏光方向が上記レンズを透過したレーザ光の偏光方向に対して傾きを有するように載置されたことを特徴とするレーザダイオードモジュール。

【請求項2】 上記光ファイバは、上記偏光子を透過したレーザ光が最大に結合する位置の近傍に載置されたことを特徴とする請求項1に記載のレーザダイオードモジュール。

【請求項3】 上記偏光子は、透過偏光方向が上記レーザダイオードからのレーザ光の偏光方向に対して、上記光ファイバから出射するレーザ光が所望の光出力となるような傾きを有して配置されることを特徴とする請求項1もしくは2に記載のレーザダイオードモジュール。

【請求項4】 レーザダイオードと、上記レーザダイオードから出射するレーザ光の光路上に載置したレンズと、上記レンズを透過したレーザ光の光路上に載置され、偏光子、回転子、および検光子を有して成る光アイソレータと、上記光アイソレータを透過したレーザ光が最適に結合する位置に載置された光ファイバとを備え、上記光アイソレータは、上記光アイソレータの偏光子の透過偏光方向が上記レーザダイオードからのレーザ光の偏光方向に対して傾きを有するように載置されたことを特徴とするレーザダイオードモジュール。

【請求項5】 上記光ファイバは、上記アイソレータを透過したレーザ光が最大に結合する位置の近傍に載置されたことを特徴とする請求項4に記載のレーザダイオードモジュール。

【請求項6】 上記光アイソレータは、上記光アイソレータの偏光子の透過偏光方向が上記レーザダイオードからのレーザ光の偏光方向に対して、上記光ファイバから出射するレーザ光が所望の光出力となるような傾きを有して配置され

ることを特徴とする請求項4もしくは5に記載のレーザダイオードモジュール。

【請求項7】 レーザダイオードと、上記レーザダイオードから出射するレーザ光の光路上に載置されたレンズと、自身の軸に対して傾斜した上記レンズに面する端面を有し、かつ自身の軸に対して上記レンズを透過したレーザ光が傾斜して結合するように載置された光ファイバとを備え、上記光ファイバは、上記光ファイバの端面位置が上記レンズを透過したレーザ光の最大結合位置にあって、かつ上記光ファイバの軸まわりに所望の光出力となるような回転角を成して配置されたことを特徴とするレーザダイオードモジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、主に光ファイバ通信で使用されるレーザダイオードモジュールの改良に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

光通信システムの光信号の伝送には、光信号を送信するための送信器と光信号を受信するための受信機が用いられる。この送信器には通常、光信号の伝送距離や受信機の受信能力等の制約により、そのシステムに合わせた一定の光出力が求められることが多い。しかしながら、レーザダイオードモジュールに使用されるレーザダイオードには、デジタル通信仕様もしくはアナログ通信仕様上の特性について最適なバイアス電流値が個々に存在し、そのバイアス電流値でレーザダイオードを駆動したときの光出力にも個体により差がある。したがって、レーザダイオードモジュールを製造する際には、最適なバイアス電流値で駆動したときの光出力が上述のシステムの制約による一定の光出力となるように、レーザダイオードから光ファイバまでの結合効率が個々に調整されている必要がある。

【0003】

図6は、従来広く利用されているレーザダイオードモジュールの構成を示すもので、図6(a)は断面図、図6(b)はこのレーザダイオードモジュールの光学系を構成する部品の配置の斜視図である。図において、1はレーザダイオード

、2はレーザダイオード1から出射するレーザ光の光路上に載置したレンズ、3はレーザダイオード1とレンズ2を保持するケース、4はレンズ2を透過したレーザ光の光路上に載置した光アイソレータで、レンズ2に面する方から順番に、偏光子4a、回転子4b、検光子4cの3つの光学部品と、回転子4bの周囲に載置され回転子4bが磁気光学効果により透過するレーザ光の偏光方向を45度回転させるように作用するマグネット4dにより構成され、レンズ2を透過したレーザ光の偏光方向に偏光子4aの透過偏光方向を一致させるように載置してある。5は光アイソレータ4を保持しケース3に固定される光アイソレータホルダ、6はレーザ光が光ファイバへ最大に結合する最大結合点、7は光アイソレータ4を透過したレーザ光を結合して光を出力する光ファイバ、8は光ファイバ7を保持し、光アイソレータホルダ5に固定される光ファイバホルダであり、光ファイバ7は光ファイバ7からの光出力が所望の値となるように、最大結合点6からレーザダイオード1に対して離れる方向に位置を移動して保持してある。

【0004】

図7は、図6における光アイソレータの原理を示す図である。偏光子4aに順方向、すなわち図の左側から入射するレーザ光は、偏光子4aの透過偏光方向に合致した成分のみ選択されて透過し、回転子4bによりその偏光方向を45度回転されて透過し、さらに回転されたレーザ光の偏光方向に透過偏光方向を合わせた検光子4cを透過する。図6に示されるレーザダイオードモジュールでは、検光子4cを透過するレーザ光の光出力を最大にするため、偏光子4aの透過偏光方向を入射するレーザ光の偏光方向に一致させてある。一方、検光子4cに逆方向、すなわち図の右側から入射する戻り光は、検光子4cの透過偏光方向に合致した成分のみ選択されて透過し、さらに回転子4bによりその偏光方向を順方向のレーザ光が回転された方向と同方向に45度回転されて透過するが、このとき戻り光の偏光方向が偏光子4aの透過偏光方向と90度の角度となるために透過できず遮断される。

【0005】

図8は、図6においてレーザダイオード1に最適なバイアス電流を与えたときの光ファイバ7の位置と光ファイバ7から出射される光出力の関係を示す図で、

レーザ光がガウシアン形の強度分布となることを仮定し、レーザダイオード1のスポットサイズが $1\text{ }\mu\text{m}$ 、光ファイバ7のスポットサイズが $5\text{ }\mu\text{m}$ 、レーザダイオード1から光ファイバ7までの光学系の倍率が4倍、レーザダイオード1に最適なバイアス電流を与えたときの光ファイバ7からの光出力が最大4mWとなるときの例を示している。9は光ファイバ7からの光出力が所望の値となるようにする光ファイバ固定点で、図において例えば所望の光出力が2mWであるとき、光ファイバ7を最大結合点6から約 $9.8\text{ }\mu\text{m}$ 移動して固定する必要があることがわかる。

【0006】

このような従来のレーザダイオードモジュールにおいては、レーザダイオード1から出射するレーザ光はレンズ2によって集光され、光アイソレータ4を透過して光ファイバ7へ光学的に結合され、レーザダイオード1に最適なバイアス電流を与えたときに光ファイバ7から所望の光出力が得られる。さらに、光ファイバ7からレーザダイオード1へ戻るレーザ光は光アイソレータ4によって遮断されるため、レーザダイオード1の特性劣化を防止できる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

上記のようなレーザダイオードモジュールにおいては、光ファイバ7を最大結合点6から離して固定しているため、図7でわかる通り、応力や環境温度による熱変形で光ファイバ7の位置が当初固定されていた位置から微小に移動したとき、光ファイバ7から得られる光出力が変動しやすいという欠点があった。

また、レーザダイオードモジュールの製造で光ファイバ7の位置が固定されるべき位置から微小にずれたとき、所望の光出力から大きく変動するため、製造が容易でないという欠点もあった。

【0008】

この発明は、上述のような課題を解決するためになされたもので、光出力が安定し、製造の容易な所望の光出力のレーザダイオードモジュールを得るものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】

第1の発明によるレーザダイオードモジュールは、レーザダイオードと、上記レーザダイオードから出射するレーザ光の光路上に載置したレンズと、上記レンズを透過したレーザ光の光路上に載置される偏光子と、上記偏光子を透過したレーザ光が最適に結合する位置に載置される光ファイバとを備え、上記偏光子は、その透過偏光方向が上記レンズを透過したレーザ光の偏光方向に対して傾きを有するように載置されたものである。

【0010】

また、第2の発明によるレーダダイオードモジュールは、第1の発明において、上記光ファイバが、上記偏光子を透過したレーザ光が最大に結合する位置の近傍に載置されたものである。

【0011】

また、第3の発明によるレーザダイオードモジュールは、第1もしくは第2の発明において、上記偏光子は、透過偏光方向が上記レーザダイオードからのレーザ光の偏光方向に対して、上記光ファイバから出射するレーザ光が所望の光出力となるような傾きを有して配置されるものである。

【0012】

また、第4の発明によるレーザダイオードモジュールは、レーザダイオードと、上記レーザダイオードから出射するレーザ光の光路上に載置したレンズと、上記レンズを透過したレーザ光の光路上に載置され、偏光子、回転子、および検光子を有して成る光アイソレータと、上記光アイソレータを透過したレーザ光が最適に結合する位置に載置された光ファイバとを備え、上記光アイソレータは、上記光アイソレータの偏光子の透過偏光方向が上記レーザダイオードからのレーザ光の偏光方向に対して傾きを有するように載置されたものである。

【0013】

また、第5の発明によるレーザダイオードモジュールは、第4の発明において、上記光ファイバが、上記アイソレータを透過したレーザ光が最大に結合する位置の近傍に載置されたものである。

【0014】

また、第6の発明によるレーザダイオードモジュールは、第4もしくは第5の発明において、上記光アイソレータは、上記光アイソレータの偏光子の透過偏光方向が上記レーザダイオードからのレーザ光の偏光方向に対して、上記光ファイバから出射するレーザ光が所望の光出力となるような傾きを有して配置されるものである。

【0015】

また、第7の発明によるレーザダイオードモジュールは、レーザダイオードと、上記レーザダイオードから出射するレーザ光の光路上に載置されたレンズと、自身の軸に対して傾斜した上記レンズに面する端面を有し、かつ自身の軸に対して上記レンズを透過したレーザ光が傾斜して結合するように載置された光ファイバとを備え、上記光ファイバは、上記光ファイバの端面位置が上記レンズを透過したレーザ光の最大結合位置にあって、かつ上記光ファイバの軸まわりに所望の光出力となるような回転角を成して配置されたものである。

【0016】

【発明の実施の形態】

実施の形態1.

図1はこの発明の実施の形態1を示すレーザダイオードモジュールの構成を示すもので、図1(a)は断面図、図1(b)はこのレーザダイオードモジュールの光学系を構成する部品の配置の斜視図である。図において1~8は上記従来装置と同一のものであるため説明を省略する。光アイソレータ4は偏光子4aの偏光方向がレンズ2を透過したレーザ光の偏光方向に対して最大結合点6に載置された光ファイバ7からの光出力が所望の値となるように傾けて固定され、光ファイバ7は光ファイバ7のアイソレータ4に面した端面が最大結合点6に一致するように固定してある。

【0017】

図2は、この実施の形態における光アイソレータ4の光学部品と透過するレーザ光の偏光の状態を示すものである。光アイソレータ4を偏光子4aの透過偏光方向に対し入射するレーザ光の偏光方向が傾くように載置することは、レーザ光の偏光方向が光アイソレータ4の偏光子4aに対して傾いた状態でレーザ光が光

アイソレータ4に入射することと等しいため、図2では図7と同様の光学部品配置で入射するレーザ光の偏光方向のみが傾いている図としてある。偏光子4 aに順方向、すなわち図の左側から入射するレーザ光は、偏光子4 aの透過偏光方向に合致した成分のみ選択されて透過する。レーザ光の偏光方向と偏光子4 aの透過偏光方向の傾きを θ とすると、レーザ光の透過強度は、レーザ光の偏光方向が偏光子4 aの透過偏光方向と一致しているときと比較して、 $\cos^2 \theta$ 倍となる。その後は従来装置と同様に回転子4 bによりその偏光方向を45度回転されて透過し、さらに回転されたレーザ光の偏光方向に透過偏光方向を合わせた検光子4 cを透過する。例えば、レーザダイオード1に最適なバイアス電流を与え、光アイソレータ4を光アイソレータ4の偏光子4 aが入射するレーザ光の偏光方向に一致するように載置したときの光ファイバ7からの光出力が最大4mWとなる場合、光アイソレータ4を光アイソレータ4の偏光子4 aが入射するレーザ光の偏光方向に対し45度傾くように載置すると、光ファイバ7を最大結合点6に一致させたときに2mWの光出力が得られることになる。なお、検光子4 cに逆方向から入射する戻り光は、従来装置と同様に光アイソレータ4を透過できずに遮断される。

【0018】

図3は、図1においてレーザダイオード1に最適なバイアス電流を与え、光アイソレータを光アイソレータの偏光子が入射するレーザ光の偏光方向に対して傾くように載置したときの光ファイバ7の位置と光ファイバ7から出射される光出力の関係を示す図で、レーザ光がガウシアン形の強度分布となることを仮定し、レーザダイオード1のスポットサイズが $1\text{ }\mu\text{m}$ 、光ファイバ7のスポットサイズが $5\text{ }\mu\text{m}$ 、レーザダイオード1から光ファイバ7までの光学系の倍率が4倍、レーザダイオード1に最適なバイアス電流を与え、光アイソレータ4を光アイソレータ4の偏光子4 aが入射するレーザ光の偏光方向に一致するように載置したときの光ファイバ7からの光出力が最大4mWで、光アイソレータ4を光アイソレータ4の偏光子4 aが入射するレーザ光の偏光方向に対し45度傾くように載置したときの例を示している。図において例えば所望の光出力が2mWであるとき、光ファイバ7を最大結合点6に一致させて固定すればよい。この図によると、

光ファイバ7の位置を最大結合点6に一致させると、応力や環境温度による熱変形で光ファイバ7の位置が当初固定されていた位置から微小に移動したときでも、光ファイバ7から得られる光出力が変動しにくくなることがわかる。

【0019】

例えば図3に示すとおり、レーザダイオード1に最適なバイアス電流を与え、光アイソレータ4を光アイソレータ4の偏光子が入射するレーザ光の偏光方向に一致するように載置したときの光ファイバ7からの光出力が最大4mWとなるときに光ファイバ7からの光出力が所望の値2mWとなるように光ファイバ7の位置を最大結合点6から離して固定した場合には、最大結合点6と光ファイバ7の端面との相対位置がさらに離れる方向に20μmずれると光ファイバ7からの光出力は約18.3%減少する。しかし、同図において、光アイソレータ4の偏光子4aが入射するレーザ光の偏光方向に対し45度傾くように光アイソレータ4を載置し、光ファイバ7を最大結合点6に一致させて固定したときには、光ファイバ7の端面が最大結合点6から20μmずれたときに光ファイバ7からの光出力は約4.0%しか減少せず、光出力が安定することがわかる。

【0020】

以上のように、光アイソレータに入射するレーザ光の偏光方向に対し、光アイソレータの偏光子の透過偏光方向が傾くように光アイソレータを固定し、光アイソレータの偏光子を透過するレーザ光を減衰させ、光ファイバが最大結合点に位置するときに光ファイバからの光出力が所望の値となるような構成を取ることによって、応力や環境温度による熱変形で光出力が変動しにくく、製造が容易な、所望の光出力のレーザダイオードモジュールが得られる。

【0021】

実施の形態2.

なお、上記実施の形態1のレーザダイオードモジュールには光アイソレータ4が用いられたが、光アイソレータ4を構成する部品のうち偏光子4aのみが用いられる場合でも、偏光子4aの偏光方向がレンズ2を透過したレーザ光の偏光方向に対して最大結合点6に固定される光ファイバ7からの光出力が所望の値となるように傾けて載置してあれば、上記実施の形態1と同様の効果を得ることがで

きる。

【0022】

実施の形態3.

図4はこの発明の実施の形態3を示すレーザダイオードモジュールの構成を示すものである。図において1～8は上記従来装置と同一のものであるため説明を省略する。レーザダイオード1とレンズ2はレンズ2を透過したレーザ光が光ファイバ7の軸10に対して0でない角度で光ファイバ7へ入射するように載置し、最大結合点6に載置された光ファイバ7からの光出力が所望の値となるよう、光ファイバ7を光ファイバ7の軸10を中心に回転することによってレンズ2に面し光ファイバ7の軸10に対して傾斜している光ファイバ7の端面と光ファイバ7へ入射するレーザ光の光軸とのなす角度を調節し、固定してある。

【0023】

図5は、図4における光ファイバ7の回転角度と最大結合点6におけるファイバ7からの光出力の関係を示したもので、レーザ光がガウシアン形の強度分布となることを仮定し、レーザダイオード1のスポットサイズが $1\text{ }\mu\text{m}$ 、光ファイバ7のスポットサイズが $5\text{ }\mu\text{m}$ 、レーザダイオード1から光ファイバ7までの光学系の倍率が4倍、レーザダイオード1に最適なバイアス電流を与えたときの光ファイバ7からの光出力が最大4mWで、光ファイバ7へ入射するレーザ光が光ファイバ7の軸10に対する角度が-3.8度、光ファイバ7のレンズ2に面する端面の法線が光ファイバ7の軸10に対する角度が8.0度のときの例を示している。図において例えば所望の光出力が2mWであるとき、光ファイバを約114.4度回転させ光ファイバ7を最大結合点6に一致させて固定すればよい。このように光ファイバ7の回転角度を調整して固定すると、上記実施の形態1と同様の効果を得ることができる。

【0024】

【発明の効果】

第1から第3の発明によれば、偏光子の角度を調節することによって、応力や環境温度による熱変形で光出力が変動しにくく製造が容易な、所望の光出力のレーザダイオードモジュールが得られる。

【0025】

また、第4から第6の発明によれば、光アイソレータの角度を調節するすることによって、応力や環境温度による熱変形で光出力が変動しにくく製造が容易な、所望の光出力のレーザダイオードモジュールが得られる。

【0026】

さらに、第7の発明によれば、自身の軸に対して傾斜した端面を有する光ファイバの軸を中心とした回転角度を調節することにより、応力や環境温度による熱変形で光出力が変動しにくく、製造が容易な所望の光出力のレーザダイオードモジュールが得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1を示す図である。

【図2】 この発明の実施の形態1における光学部品と透過するレーザ光の偏光方向の関係を示す図である。

【図3】 この発明の実施の形態1における光ファイバの位置と光ファイバから出射される光出力の関係を示す図である。

【図4】 この発明の実施の形態3を示す図である。

【図5】 この発明の実施の形態3における光ファイバの回転角と最大結合位置での光ファイバから出射される光出力の関係を示す図である。

【図6】 従来のレーザダイオードモジュールを示す図である。

【図7】 光アイソレータの原理を説明するための図である。

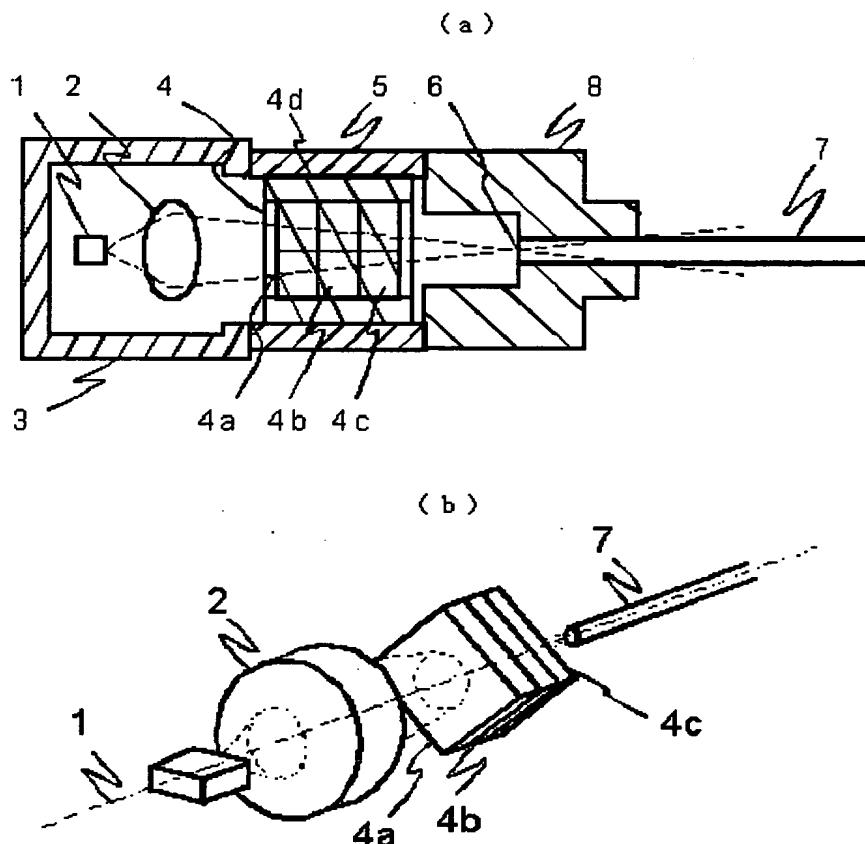
【図8】 従来のレーザダイオードモジュールでの光ファイバの位置と光ファイバから出射される光出力の関係を示す図である。

【符号の説明】

1 レーザダイオード、2 レンズ、3 ケース、4 光アイソレータ、4 a 偏光子、4 b 回転子、4 c 検光子、5 アイソレータホルダ、6 最大結合点、7 光ファイバ、8 光ファイバホルダ、9 光ファイバ調節位置、10 光ファイバの軸、11 光ファイバ回転調節角度。

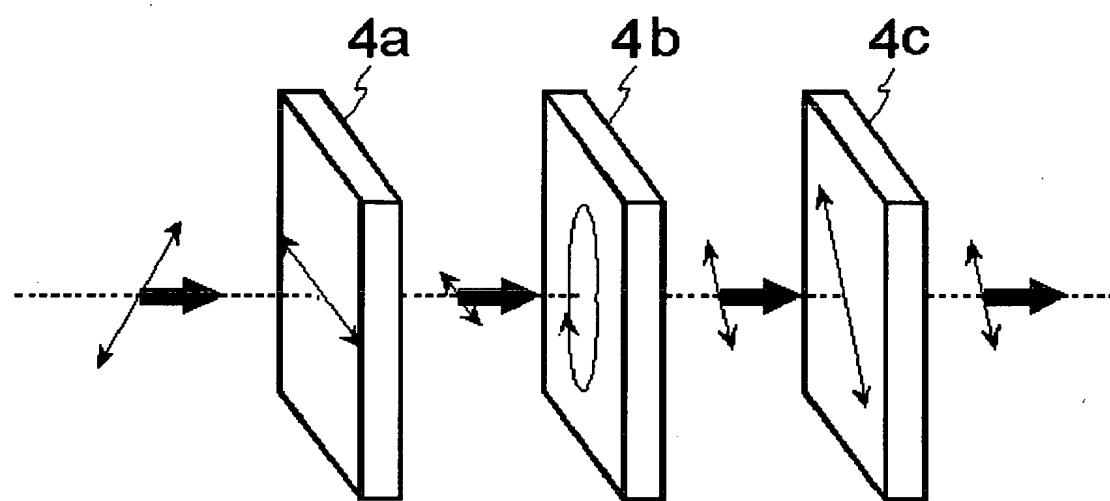
【書類名】 図面

【図1】



- 1 : レーザダイオード
- 2 : レンズ
- 4 : 光アイソレータ
- 4 a : 偏光子
- 4 b : 回転子
- 4 c : 検光子
- 6 : 最大結合点
- 7 : 光ファイバ

【図2】

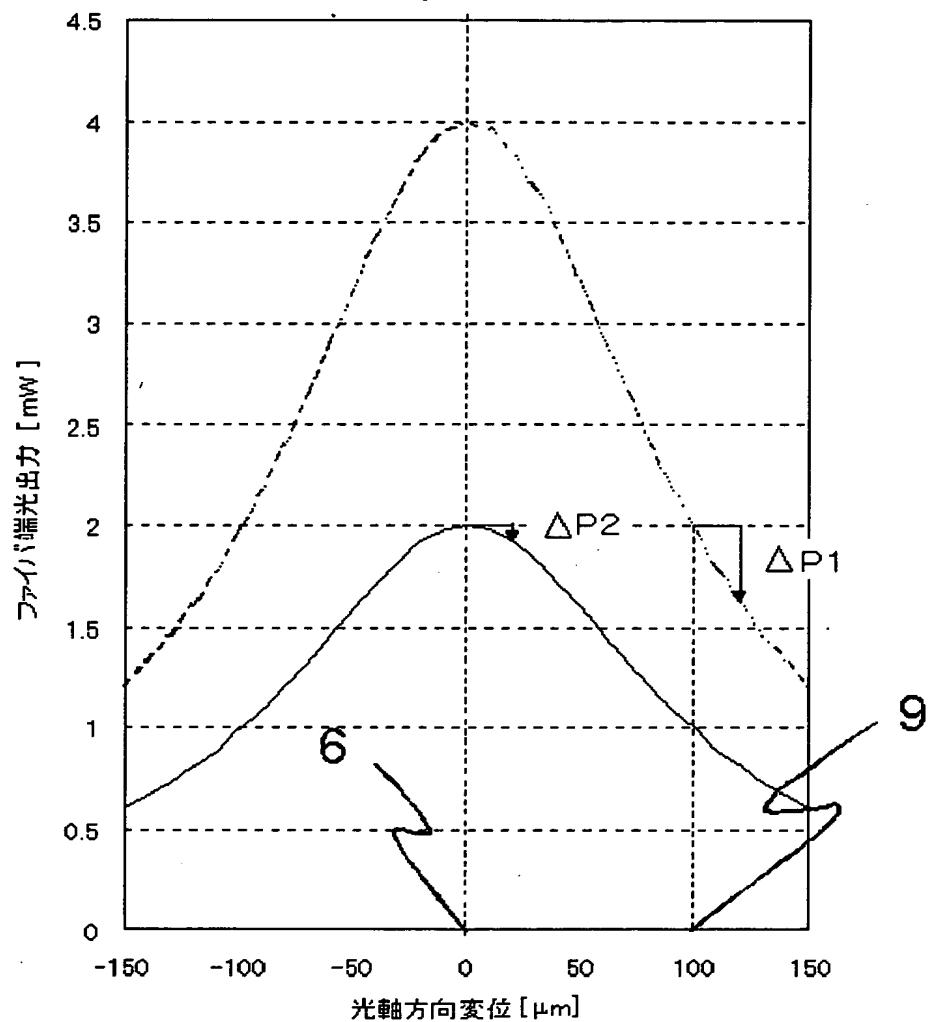


4 a : 偏光子

4 b : 回転子

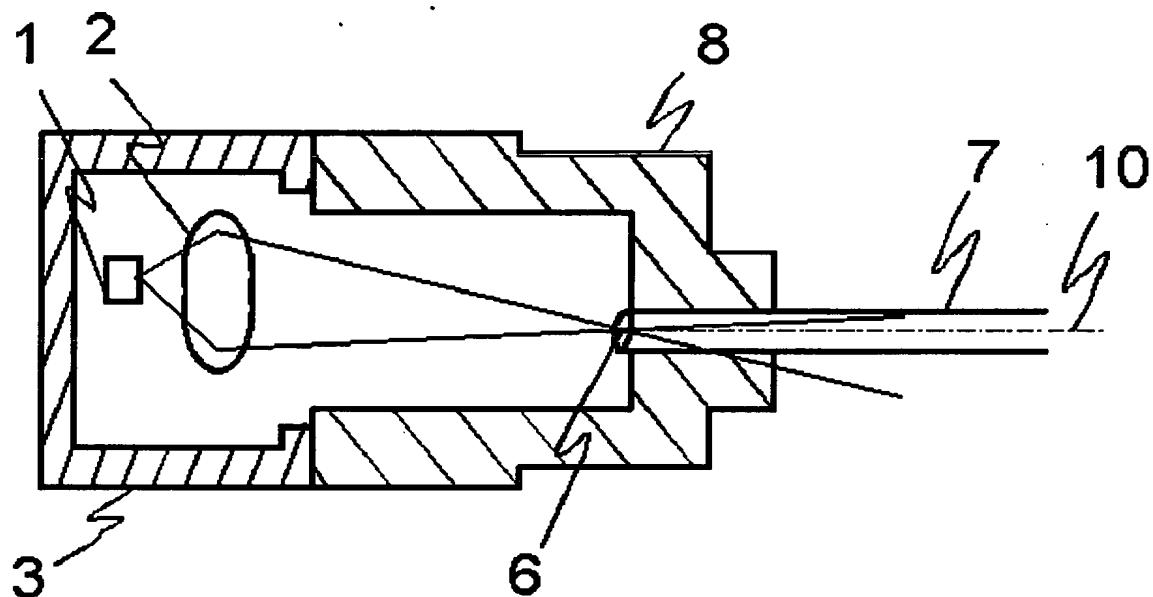
4 c : 檢光子

【図3】



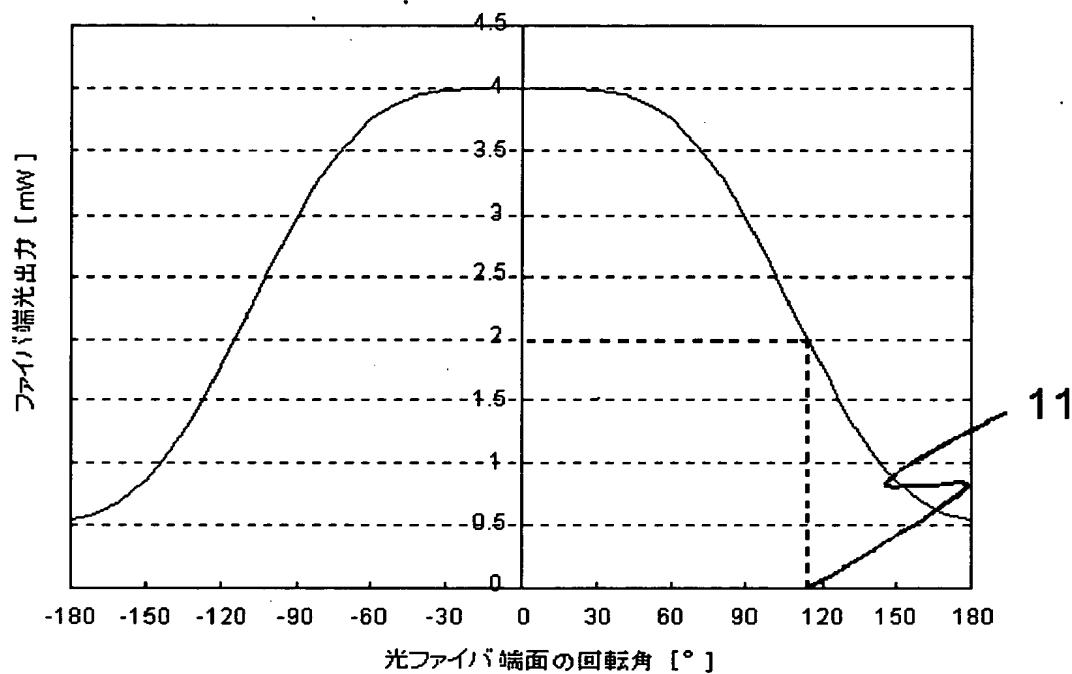
- 6 : 最大結合点
9 : 光ファイバ調整位置

【図4】



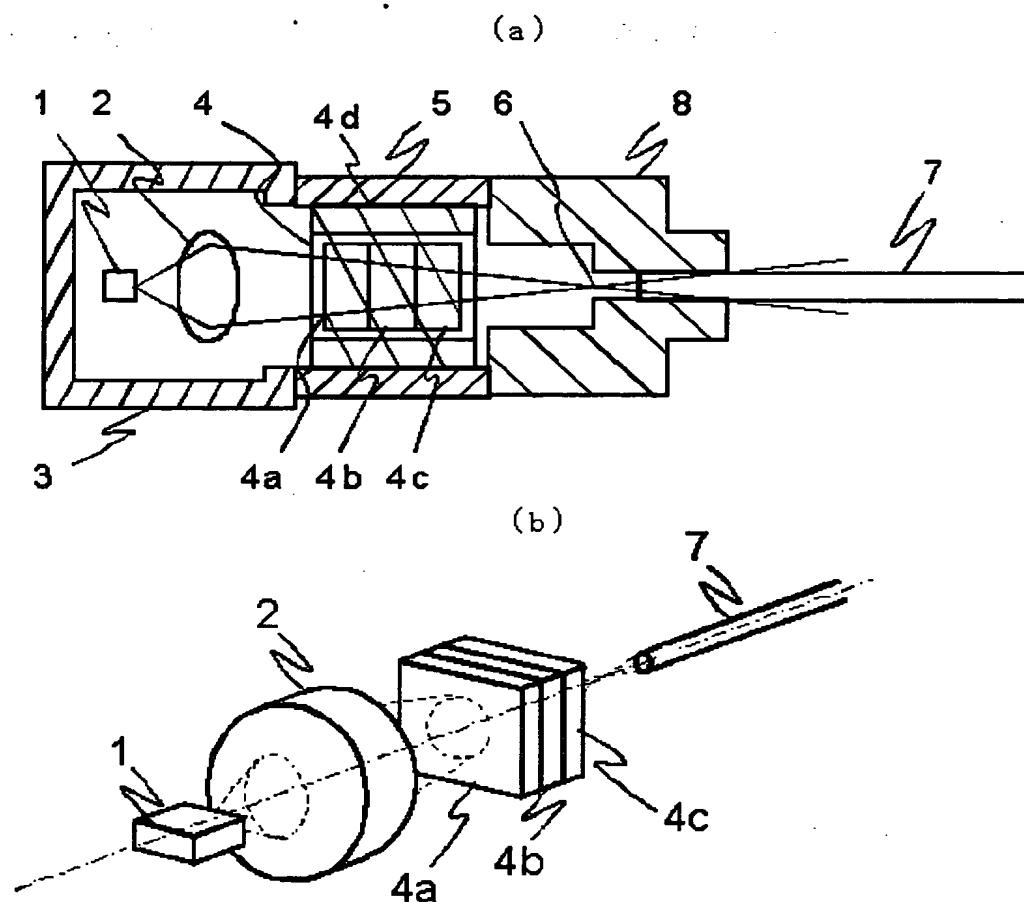
- 1 : レーザダイオード
2 : レンズ
6 : 最大結合点
7 : 光ファイバ

【図5】



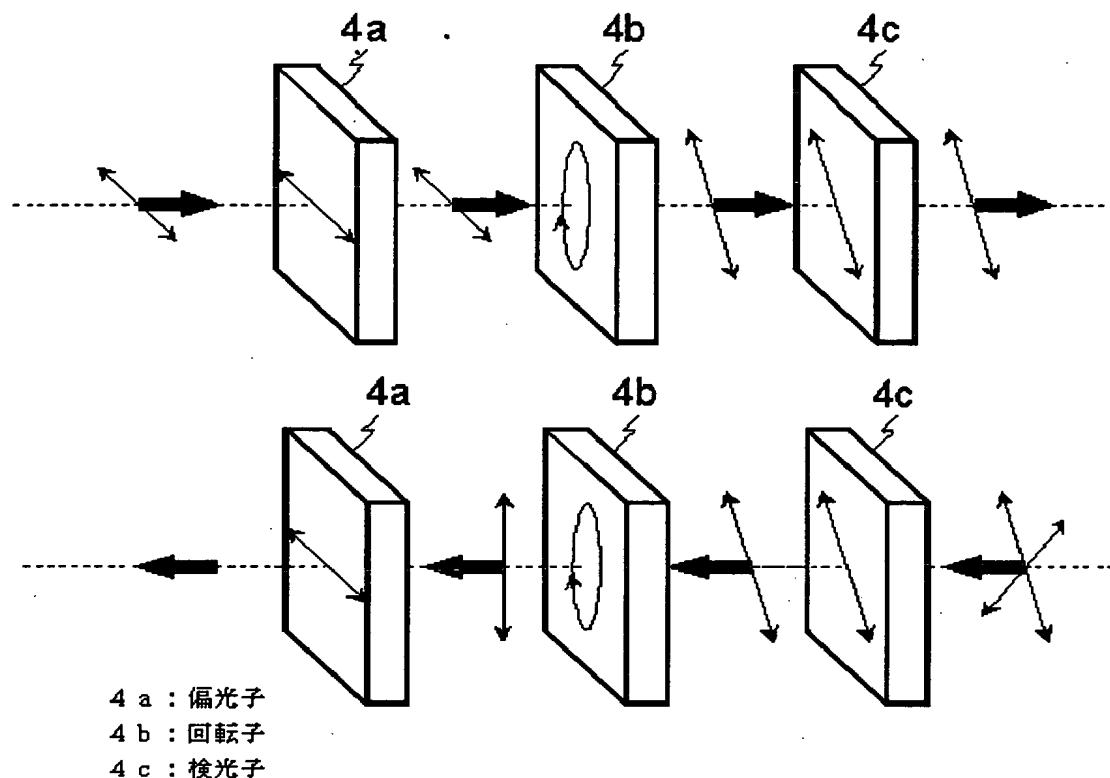
11：光ファイバ回転調整角度

【図6】

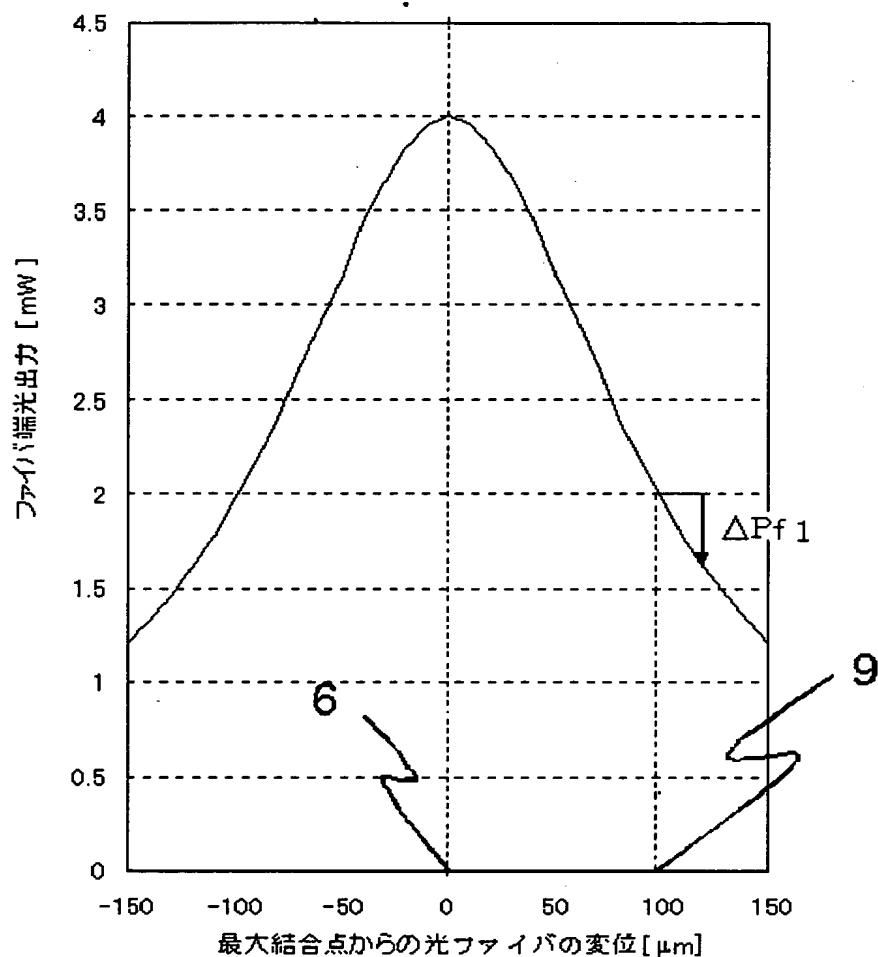


- 1 : レーザダイオード
- 2 : レンズ
- 4 : 光アイソレータ
- 4 a : 偏光子
- 4 b : 回転子
- 4 c : 検光子
- 6 : 最大結合点
- 7 : 光ファイバ

【図7】



【図8】



- 6 : 最大結合点
9 : 光ファイバ調整位置

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 光出力が安定し、製造の容易な所望の光出力のレーザダイオードを得る。

【解決手段】 光アイソレータに入射するレーザ光の偏光方向に対し、光アイソレータの偏光子の透過偏光方向が傾くように光アイソレータを固定し、光アイソレータを透過するレーザ光を減衰させ、光ファイバが最大結合点に位置するときに光ファイバからの光出力が所望の値となるようにする。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000006013]

1. 変更年月日 1990年 8月24日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号

氏 名 三菱電機株式会社